

**BEST AVAILABLE COPY**



(81) États désignés (*national*): CN, JP, US.

(84) États désignés (*régional*): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

**Antenne imprimée bi-bande**

La présente invention concerne une antenne imprimée élémentaire en technologie plaquée pour un  
réseau de réception et/ou d'émission de signaux de  
5 télécommunications, capable de rayonner des champs radioélectriques duplexés en polarisation, c'est-à-dire fonctionnant en bi-polarisation, et dans deux bandes de fréquence.

10 Une telle antenne est par exemple destinée à fonctionner dans la première bande de fréquence d'un réseau cellulaire de radiotélécommunications selon la norme DCS-1800 et dans une deuxième bande de fréquence pour un système cellulaire de  
15 radiocommunications selon la norme GSM-900.

Selon l'article intitulé "Multifrequency Operation of Microstrip Antennas Using Aperture Coupled Parallel Resonators" de Frederic Croq et  
20 David M. Pozar, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol. 40, No. 11, Novembre 1992, pages 1367 à 1374, une antenne à microruban comporte deux couches diélectriques entre lesquelles est prévu un plan conducteur de masse et sur les faces externes  
25 desquelles sont disposées respectivement un microruban de ligne d'alimentation hyperfréquence et un élément rayonnant. L'élément rayonnant comporte plusieurs bandes conductrices parallèles de différentes longueurs s'étendant perpendiculairement  
30 à une fente de couplage ménagée dans le plan conducteur de masse. En général,  $2N$  bandes conductrices sont réparties symétriquement par rapport à un axe transversal à la fente et constituent ainsi  $2N$  dipôles excités symétriquement  
35 par la fente et résonnant à  $N$  fréquences.

Selon l'article intitulé "Dual-Frequency and Broad-Band Antennas with Stacked Quarter Wavelength Elements" de Lakhdar Zaïd et al., IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol. 47, No. 4, Avril 1999, pages 654 à 660, une antenne bi-bande est formée de deux éléments quart-d'onde empilés, court-circuités le long de plans latéraux opposés, ou d'un plan latéral commun.

Les antennes décrites dans ces deux articles offrent des largeurs de bande inférieures à 10% pour un taux d'ondes stationnaires TOS inférieur à 1,5, pour des fréquences moyennes de l'ordre de quelques gigahertz.

La présente invention a pour but de concevoir une antenne imprimée fonctionnant dans deux bandes de fréquence avec un taux d'ondes stationnaires inférieur à 1,5 sur plus de 10% de la largeur de bande dans chacune des bandes, et avec des polarisations des champs électromagnétiques qui sont croisées dans les deux bandes pour ne pas perturber des signaux dans une bande par des signaux dans l'autre bande.

Une antenne imprimée selon l'invention comprend d'une manière connue par le brevet européen EP-B-484241 au nom du demandeur et l'article intitulé "Dual-Polarization Slot-Coupled Printed Antennas Fed by Stripline" de P. Brachet et al., IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol. 43, No. 7, Juillet 1995, pages 738 à 742, une première couche diélectrique, une deuxième couche diélectrique, une première ligne d'alimentation hyperfréquence ayant un premier microruban disposé sur une face externe de la première couche et un plan conducteur de masse

disposé entre les première et deuxième couches, et un premier élément rayonnant disposé sur une autre face de la deuxième couche et comportant plusieurs premières bandes étroites conductrices s'étendant  
5 perpendiculairement à une première fente de couplage ménagée dans le plan conducteur pour coupler la première ligne d'alimentation au premier élément rayonnant.

Sur la base de cette structure d'antenne  
10 imprimée à mono-polarisation et avec un fonctionnement mono-bande, l'invention améliore celle-ci par le fait qu'une antenne selon l'invention comprend en outre une deuxième ligne d'alimentation hyperfréquence constituée par un deuxième microruban  
15 disposé sur la face externe de la première couche perpendiculairement au premier microruban et par ledit plan conducteur de masse, une troisième couche diélectrique ayant une face disposée contre le premier élément rayonnant, et un deuxième élément  
20 rayonnant disposé sur une autre face de la troisième couche et comportant plusieurs deuxièmes bandes étroites conductrices croisant perpendiculairement par superposition les premières bandes conductrices  $6_1$  et s'étendant perpendiculairement à une deuxième  
25 fente de couplage ménagée dans le plan conducteur de masse pour coupler la deuxième ligne d'alimentation au deuxième élément rayonnant.

Grâce au deuxième élément rayonnant, l'antenne selon l'invention fonctionne à deux fréquences  
30 différentes avec deux polarisations respectives orthogonales. Par exemple le premier élément rayonne dans la bande de fréquence du réseau de radiotéléphonie DCS 1800 et le deuxième élément dans la bande de fréquence du réseau de radiotéléphonie  
35 GSM. L'antenne selon l'invention conserve les

performances en bande passante de l'antenne connue selon le EP-B-484241 et la pureté en polarisation grâce au concept de grille formée par les premières bandes et les deuxièmes bandes pour constituer les premier et deuxième éléments rayonnants. La disposition perpendiculaire des premières bandes par rapport aux deuxièmes bandes évite toute perturbation du champ radioélectrique polarisé émis par le premier élément relativement au champ radioélectrique polarisé émis par le deuxième élément.

En outre, l'antenne imprimée selon l'invention est compacte puisque les deux lignes d'alimentation ont un plan conducteur de masse commun incluant les deux fentes de couplage et des microrubans disposés sur une même face de la première couche diélectrique, et les bandes des éléments rayonnants se croisent par superposition.

L'invention concerne également un réseau d'antennes comprenant plusieurs premières antennes dont les premières bandes plus courtes sont parallèles entre elles et dont les deuxièmes bandes sont également parallèles entre elles.

Pour que ce réseau d'antennes présente des polarisations croisées dans chacune des deux bandes de fréquence, il doit comprendre plusieurs deuxièmes antennes dont les premières bandes plus courtes et les deuxièmes bandes s'étendent coplanairement et respectivement perpendiculairement aux premières bandes et aux deuxièmes bandes des premières antennes.

Les premières antennes sont réparties suivant des colonnes qui sont entrelacées deux à deux avec des colonnes dans lesquelles sont réparties les deuxièmes antennes.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées de l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'une antenne imprimée élémentaire bi-bande selon une réalisation préférée de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe de l'antenne bi-bande prise suivant la ligne brisée II-II dans la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue de dessus à des niveaux de lignes d'alimentation et d'un plan de masse avec fentes de couplage dans l'antenne bi-bande des figures 1 et 2 ;

- la figure 4 est une vue de dessus d'un premier élément rayonnant de taille réduite, associé à une bande de fréquence supérieure, inclus dans l'antenne bi-bande des figures 1 et 2 ;

- la figure 5 est une vue de dessus d'un deuxième élément rayonnant de taille plus grande, associé à une bande de fréquence inférieure, inclus dans l'antenne bi-bande des figures 1 et 2 ;

- la figure 6 est une vue en perspective schématique d'un réseau monodimensionnel à deux colonnes d'antennes imprimées élémentaires selon l'invention pour champs rayonnés croisés dans chacune de deux bandes de fréquence ; et

- la figure 7 est une vue en perspective schématique d'un réseau bidimensionnel avec des antennes imprimées élémentaires selon l'invention.

La description ci-après d'une antenne imprimée élémentaire bi-bande selon une réalisation préférée

de l'invention illustrée sensiblement à l'échelle 1 aux figures 1 à 5 indique à titre d'exemple des valeurs numériques pour une antenne destinée à fonctionner dans une première bande de fréquence  $B_1$ , dite bande supérieure, comprise entre 1710 MHz et 1880 MHz correspondant à des communications radiotéléphoniques selon la norme DCS-1800, et dans une deuxième bande  $B_2$ , dite bande inférieure, comprise entre 890 MHz et 960 MHz pour des communications radiotéléphoniques selon la norme GSM.

Comme montré à la figure 2, l'antenne bi-bande comprend trois couches diélectriques superposées : une première couche 1 en Duroïd ayant une permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r1} = 2,2$  et une épaisseur  $e_1 = 1,5$  mm, une deuxième couche en mousse diélectrique 2 ayant une permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r2} = 1,05$  et une épaisseur  $e_2 = 15$  mm, et une troisième couche en mousse diélectrique ayant une permittivité diélectrique relative  $\epsilon_{r3} = 1,05$  et une épaisseur  $e_3 = 20$  mm. L'antenne présente quatre niveaux de conducteurs électriques  $N_{-1}$  à  $N_2$  séparés par les trois couches diélectriques et montrés en superposition à la figure 1. Le niveau  $N_{-1}$  sur la face inférieure de l'antenne, c'est-à-dire sur la face externe de la première couche diélectrique 1, comporte deux microrubans perpendiculaires  $4_1$  et  $4_2$  pour des lignes d'alimentation hyperfréquence respectivement dans les bandes de fréquence  $B_1$  (bande supérieure) et  $B_2$  (bande inférieure). Les microrubans  $4_1$  et  $4_2$  peuvent s'étendre jusqu'au niveau d'un point de "croisement" O des axes longitudinaux perpendiculaires  $A_1A_1$  et  $A_2A_2$  de symétrie des éléments rayonnants  $7_1$  et  $7_2$ . Comme montré à la figure 3, le niveau  $N_0$  compris entre les première et deuxième couches diélectriques 1 et 2 comporte un plan



conducteur de masse 5 dans lequel sont ménagées une première fente de couplage  $6_1$  s'étendant perpendiculairement au premier microruban  $4_1$  et symétriquement par rapport à celui-ci et une deuxième fente de couplage  $6_2$  s'étendant perpendiculairement au deuxième microruban  $4_2$  et symétriquement par rapport à celui-ci. La première fente  $6_1$  a une longueur de 28,7 mm et est plus courte que la deuxième fente  $6_2$  qui a une longueur de 59 mm. Les microrubans  $4_1$  et  $4_2$  s'étendent respectivement au-delà des fentes de couplage  $6_1$  et  $6_2$  sensiblement sur moins du quart des longueurs d'onde respectives. Le troisième niveau  $N_1$  montré également à la figure 4 comporte un premier élément rayonnant strié composé de cinq bandes étroites métalliques parallèles  $7_1$  s'étendant perpendiculairement à et au-dessus de la première fente  $6_1$  à laquelle elles sont couplées, sans recouvrir la deuxième fente  $6_2$ , et équiréparties symétriquement par rapport à un plan de symétrie axial  $A_1A_1$  longitudinal au premier microruban  $4_1$ . Le quatrième niveau  $N_2$  montré également à la figure 5 comporte un deuxième élément rayonnant strié composé de quatre bandes étroites métalliques parallèles  $7_2$  s'étendant perpendiculairement à et au-dessus de la deuxième fente  $6_2$  à laquelle elles sont couplées, en croisant par dessus les bandes  $7_1$ , et équiréparties symétriquement par rapport à un plan de symétrie axial  $A_2A_2$  longitudinal au deuxième microruban  $4_2$ . Ainsi, les deuxièmes bandes  $7_2$  sont perpendiculaires aux premières bandes  $7_1$ .

Une quatrième couche diélectrique mince 8 recouvre les bandes métalliques  $7_1$  sur la troisième couche diélectrique 3 afin de servir de couverture de protection de l'antenne.

L'antenne imprimée selon l'invention réunit ainsi d'une manière compacte deux sous-antennes fonctionnant respectivement dans les bandes de fréquence  $B_1$  et  $B_2$ . L'antenne imprimée s'étend typiquement sur une longueur maximale de 130 mm suivant l'axe longitudinal des bandes métalliques 7<sub>2</sub> et sur une largeur maximale de 80 mm suivant l'axe longitudinal des bandes métalliques 7<sub>1</sub>.

La première sous-antenne est constituée par la ligne d'alimentation à microruban 4<sub>1</sub> adaptée à 50  $\Omega$ , la fente de couplage 6<sub>1</sub> et les bandes métalliques d'élément rayonnant 7<sub>1</sub>. Cette première sous-antenne fonctionne dans la bande de fréquence supérieure  $B_1$  et avec une polarisation de champ électrique rayonné par la première sous-antenne parallèle aux bandes métalliques 7<sub>1</sub>, c'est-à-dire parfaitement perpendiculaire à la fente de couplage 6<sub>1</sub>. Typiquement, les cinq bandes 7<sub>1</sub> sont inscrites dans un rectangle de 58 mm de longueur et de 50 mm de largeur espacées deux à deux de 0,75 mm.

La deuxième sous-antenne imprimée est constituée par la ligne d'alimentation à microruban 4<sub>2</sub> adaptée à 50  $\Omega$ , la fente 6<sub>2</sub> et les bandes métalliques d'élément rayonnant 7<sub>2</sub>. La deuxième sous-antenne fonctionne dans la bande inférieure  $B_2$  et avec une polarisation de champ électrique parallèle aux bandes métalliques 7<sub>2</sub>, c'est-à-dire perpendiculaire à la fente de couplage 6<sub>2</sub>, et donc parfaitement perpendiculaire au champ électrique polarisé produit par la première sous-antenne. Ainsi, le champ radioélectrique dans la deuxième bande  $B_2$  produit par la deuxième sous-antenne est parfaitement orthogonal au champ radioélectrique dans la bande  $B_1$  produit par la première sous-antenne, ce qui évite toute perturbation mutuelle des champs radioélectriques

d'une bande à l'autre. Les bandes métalliques 7<sub>2</sub> de la deuxième sous-antenne sont espacées d'une épaisseur  $e_2 + e_3$  par rapport au plan conducteur de masse 5 supérieur à l'épaisseur  $e_2$  séparant les bandes métalliques 7<sub>1</sub> de la première sous-antenne par rapport au plan conducteur de masse 5, puisque la deuxième sous-antenne rayonne dans une bande de fréquence  $B_2$  inférieure à la bande de fréquence  $B_1$  de la première sous-antenne. De même, les dimensions de fente de couplage étant sensiblement inversement proportionnelles à la fréquence centrale de la bande de fréquence, les dimensions de la première fente de couplage 6<sub>1</sub> sont respectivement plus petites que les dimensions de la deuxième fente de couplage 6<sub>2</sub>. Typiquement, chaque bande  $B_2$  a une longueur de 114 mm et une largeur de 10 mm et est distante de 2 mm d'une autre bande.

En pratique, les microrubans, plan de masse et bandes métalliques dans les niveaux  $N_{-1}$  à  $N_2$  sont gravés sur les faces des couches diélectriques respectives.

En particulier, chacune des fentes de couplage 6<sub>1</sub> et 6<sub>2</sub> a une forme en U respectivement symétrique aux axes longitudinaux des microrubans 4<sub>1</sub> et 4<sub>2</sub> et présentent ainsi chacune deux branches latérales 6<sub>11</sub>, 6<sub>12</sub> parallèles aux bandes conductrices de l'élément rayonnant respectif 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> et ayant des longueurs respectives de 9 mm et 18,2 mm, comme montré à la figure 3. Ceci contribue à réduire l'encombrement de l'élément rayonnant à bandes 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>, et à limiter le rayonnement de celui-ci vers le plan de masse 5 tout en garantissant une bande de fréquence  $B_1$ ,  $B_2$  relativement large.

Les bandes 7<sub>1</sub> ne recouvrent pas la deuxième fente 6<sub>2</sub> sous peine de court-circuiter le deuxième

élément rayonnant fonctionnant dans la bande de fréquence inférieure  $B_2$ . Les bandes  $7_2$  ne recouvrent pas totalement les bandes striées  $7_1$ , en particulier leurs extrémités longitudinales, sous peine de court-circuiter le premier élément rayonnant fonctionnant dans la bande supérieure  $B_1$ . Ceci impose une contrainte très forte sur la largeur des bandes  $7_2$  qui normalement est imposée par la taille de la fente de couplage  $6_2$ . Cette taille est de l'ordre de la demi-longueur d'onde. Afin que la longueur des fentes soit la plus faible possible, les fentes de couplage sont coudées.

Les deux bandes conductrices les plus éloignées dans le deuxième élément rayonnant  $7_2$  sont doublées le long d'une partie de leur longueur ne recouvrant par les bandes  $7_1$ , par deux bandes conductrices supplémentaires latérales 8 respectivement superposées aux branches latérales  $6_{12}$  de la deuxième fente de couplage  $6_2$ . Cette disposition de bandes latérales 8 contribue également à élargir la bande de fréquence  $B_2$  et à assurer un couplage correct entre la ligne  $4_2$  et l'élément rayonnant  $7_2$  pour la bande de fréquence  $B_2$ .

Des mesures ont montré que l'antenne imprimée selon l'invention décrite ci-dessus offrait un taux d'onde stationnaire inférieur à 1,5 sur plus de 10% de largeur de bande dans chacune des deux bandes  $B_1$  et  $B_2$ , un découplage entre les champs polarisés rayonnés dans les deux bandes de l'ordre d'au moins - 30 dB grâce particulièrement au filtrage spatiale introduit par les deux grilles de polarisation formées par les bandes métalliques  $7_1$  et  $7_2$ , et des diagrammes de rayonnement quasiment symétriques dans les plans principaux respectivement perpendiculaires

aux plans des grilles à bandes métalliques  $7_1$  et  $7_2$  et passant par leurs axes de symétrie  $A_1A_1$  et  $A_2A_2$ .

Les performances radioélectriques de l'antenne  
5 imprimée élémentaire décrite ci-dessus sont conservées lorsque plusieurs antennes imprimées élémentaires selon l'invention sont juxtaposées pour former un réseau à double polarisation pour chacune des bandes de fréquence de fonctionnement  $B_1$  et  $B_2$ .  
10 Les lignes d'alimentation, telles que les lignes  $4_1$  et  $4_2$ , sont avantageusement disposées, à l'opposé des éléments rayonnants constitués par les grilles à bandes métalliques  $7_1$  et  $7_2$  par rapport au plan de masse 5 pour éviter tout rayonnement parasite mutuel  
15 entre des signaux transmis dans les bandes  $B_1$  et  $B_2$ .

Selon un premier exemple, un réseau d'antenne comprend une colonne  $C_1$  de premières antennes imprimées élémentaires orientées de la même façon et une colonne  $C_2$  de deuxièmes antennes élémentaires  
20 orientées de la même façon et perpendiculairement à l'orientation des premières antennes, ou plus généralement des colonnes  $C_1$  et  $C_2$  alternées dont les niveaux de gravure  $N_1$  à  $N_2$  sont communs, comme montré à la figure 2. Dans la première colonne  $C_1$ ,  
25 les premières bandes  $7_1$  des premières antennes sont disposées verticalement de manière à rayonner un champ électrique polarisé verticalement et sont ainsi alimentées par une ligne d'alimentation commune à microruban  $4V_1$ , et les deuxièmes bandes  $7_2$  des  
30 premières antennes sont disposées horizontalement de manière à rayonner un champ électrique polarisé horizontalement et sont alimentées par une ligne d'alimentation commune à microruban  $4H_1$ . D'une manière symétrique, dans la deuxième colonne  $C_2$ , les  
35 premières bandes  $7_1$  des deuxièmes antennes sont

disposées horizontalement et sont alimentées par une ligne d'alimentation commune à microruban  $4H_2$  afin de rayonner un champ électrique polarisé horizontalement et donc croisé perpendiculairement avec le champ électrique rayonné par les bandes  $7_1$  dans la première colonne  $C_1$  pour un fonctionnement dans la première bande de fréquence commune  $B_1$  ; également dans la deuxième colonne  $C_2$ , les deuxièmes bandes  $7_2$  des deuxièmes antennes sont disposées perpendiculairement aux deuxièmes bandes  $7_2$  incluses dans la première colonne  $C_1$  de manière à rayonner un champ électrique polarisé verticalement croisé perpendiculairement avec le champ électrique rayonné par les bandes  $7_2$  dans la première colonne  $C_1$  pour un fonctionnement dans la deuxième bande de fréquence commune  $B_2$ , les bandes  $7_2$  dans la colonne  $C_2$  étant alimentées par une ligne d'alimentation commune à microruban  $4V_2$ . Chaque ligne d'alimentation à microruban alimentant les antennes élémentaires respectives est arborescente et constitue en chaque noeud un répartiteur de puissance.

Ce premier type de réseau montré à la figure 6 peut constituer par exemple une antenne pour une station de base à bi-polarisation et bi-bande à la fois pour les réseaux de radiotéléphonie GSM et DCS. En fonction de l'orientation de l'antenne, celle-ci présente des diagrammes directifs en élévation et larges en azimut pour deux polarisations orthogonales respectivement horizontale et verticale, ou bien à  $-45^\circ$  et  $+45^\circ$  par rapport à l'horizontal.

Comme montré à la figure 7, un réseau d'antennes à double polarisation et à deux bandes de fréquence peut comprendre plusieurs colonnes parallèles  $C_1$  et  $C_2$  alternées sur un plan. Un tel réseau bidimensionnel d'antennes peut constituer par exemple

une antenne pour une station de réception au sol dans un système de radiocommunication cellulaire à constellation de satellites géostationnaires ou non-géostationnaires.

5

Bien que l'invention ait été décrite en référence à des lignes d'alimentation à microruban (microstrip), l'homme du métier sera les remplacer par des lignes triplaques (stripline) ou des lignes  
10 coaxiales. Pour une ligne triplaque, une couche diélectrique supplémentaire est prévue contre la face inférieure de la première couche diélectrique 1, sous le niveau de gravure  $N_{-1}$ , en référence à la figure 2, et un plan conducteur de masse réflecteur est imprimé  
15 sur la face inférieure de la couche diélectrique supplémentaire.

## REVENDICATIONS

1 - Antenne imprimée comprenant une première couche diélectrique (1), une deuxième couche diélectrique (2), une première ligne d'alimentation hyperfréquence ayant un premier microruban (4<sub>1</sub>) disposé sur une face externe de la première couche et un plan conducteur de masse (5) disposé entre les première et deuxième couches, et un premier élément rayonnant disposé sur une autre face de la deuxième couche et comportant plusieurs premières bandes étroites conductrices (7<sub>1</sub>) s'étendant perpendiculairement à une première fente de couplage (6<sub>1</sub>) ménagée dans le plan conducteur pour coupler la première ligne d'alimentation au premier élément rayonnant, caractérisée en ce qu'elle comprend une deuxième ligne d'alimentation hyperfréquence constituée par un deuxième microruban (4<sub>2</sub>) disposé sur la face externe de la première couche (1) perpendiculairement au premier microruban (4<sub>1</sub>) et par ledit plan conducteur de masse (5), une troisième couche diélectrique (3) ayant une face disposée contre le premier élément rayonnant (7<sub>1</sub>), et un deuxième élément rayonnant disposé sur une autre face de la troisième couche et comportant plusieurs deuxièmes bandes étroites conductrices (7<sub>2</sub>) croisant perpendiculairement par superposition les premières bandes conductrices (6<sub>1</sub>) et s'étendant perpendiculairement à une deuxième fente de couplage (6<sub>2</sub>) ménagée dans le plan conducteur de masse (5) pour coupler la deuxième ligne d'alimentation au deuxième élément rayonnant.

2 - Antenne conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que le deuxième élément rayonnant



(7<sub>2</sub>) rayonne dans une deuxième bande de fréquence inférieure à une première bande de fréquence dans laquelle le premier élément rayonnant (7<sub>1</sub>) rayonne, et les dimensions de la première fente de couplage (6<sub>1</sub>) sont respectivement plus petites que les dimensions de la deuxième fente de couplage (6<sub>2</sub>).

3 - Antenne conforme à la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'au moins l'une des fentes de couplage (6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) a une forme en U présentant des branches latérales (6<sub>11</sub>, 6<sub>12</sub>) parallèles aux bandes conductrices de l'élément rayonnant respectif (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>).

4 - Antenne conforme à la revendication 3, caractérisée en ce que les deux bandes (7<sub>2</sub>) les plus éloignées dans le deuxième élément rayonnant présentent des bandes latérales (8) respectivement superposées aux branches latérales (6<sub>12</sub>) de la deuxième fente de couplage (6<sub>2</sub>).

5 - Réseau d'antennes comprenant plusieurs premières antennes (C<sub>1</sub>) qui sont conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 4 et dont les premières bandes plus courtes (7<sub>1</sub>) sont parallèles entre elles et dont les deuxièmes bandes (7<sub>2</sub>) sont également parallèles entre elles.

6 - Réseau d'antennes conforme à la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs deuxièmes antennes (C<sub>2</sub>) qui sont conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 4 et dont les premières bandes plus courtes (7<sub>1</sub>) et les deuxièmes bandes (7<sub>2</sub>) s'étendent coplanairement et respectivement perpendiculairement aux premières

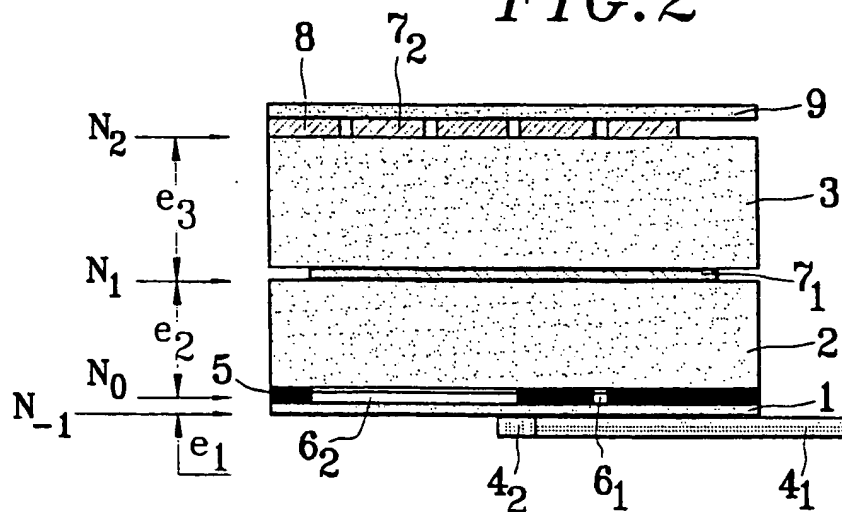
bandes ( $7_1$ ) et aux deuxièmes bandes ( $7_2$ ) des premières antennes ( $C_1$ ).

7 - Réseau d'antennes conforme à la  
5 revendication 6, caractérisé en ce que les premières antennes sont réparties suivant des colonnes ( $C_1$ ) qui sont entrelacées deux à deux avec des colonnes ( $C_2$ ) dans lesquelles sont réparties les deuxièmes antennes.

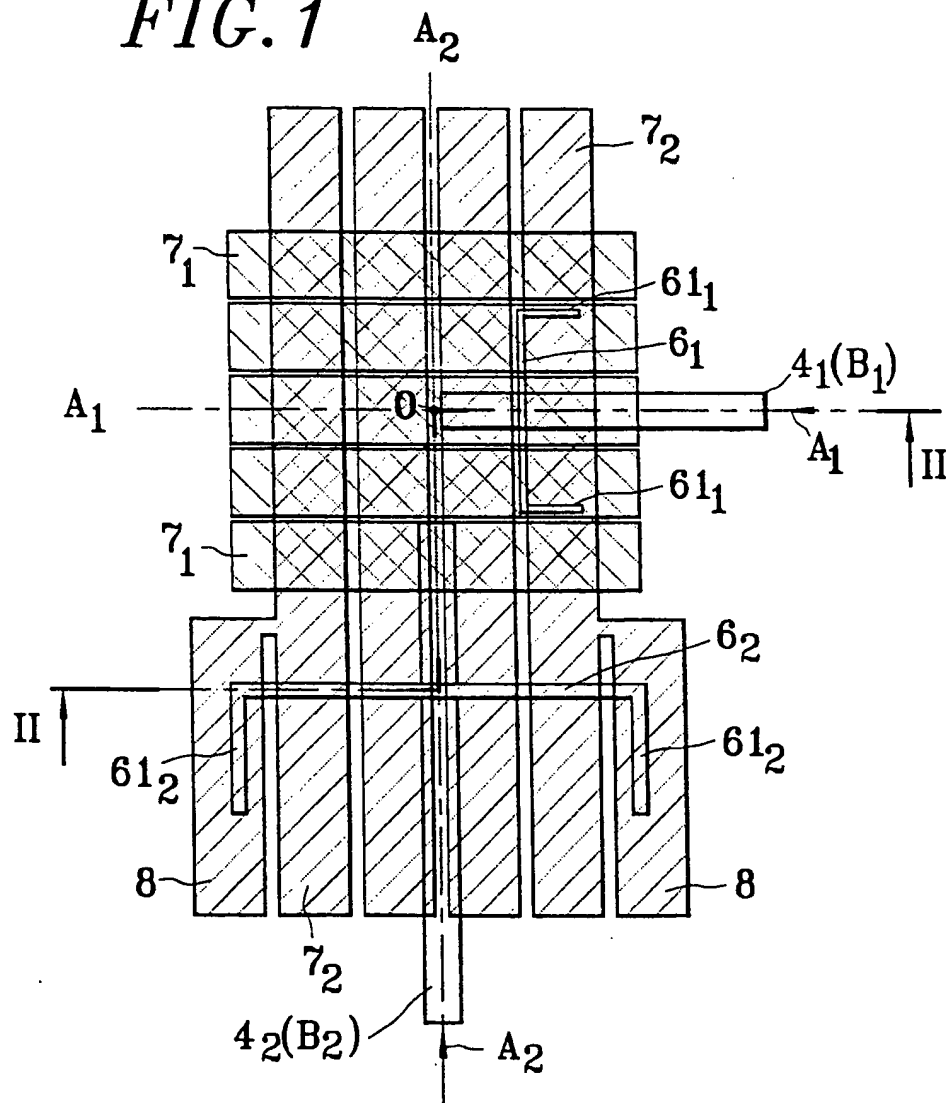
10

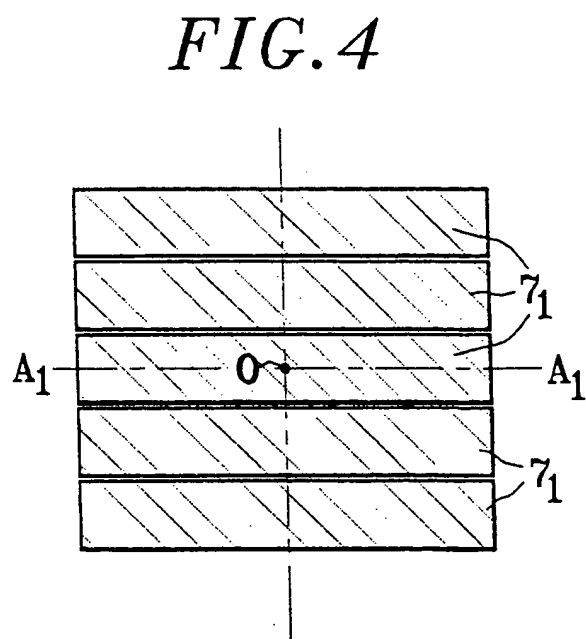
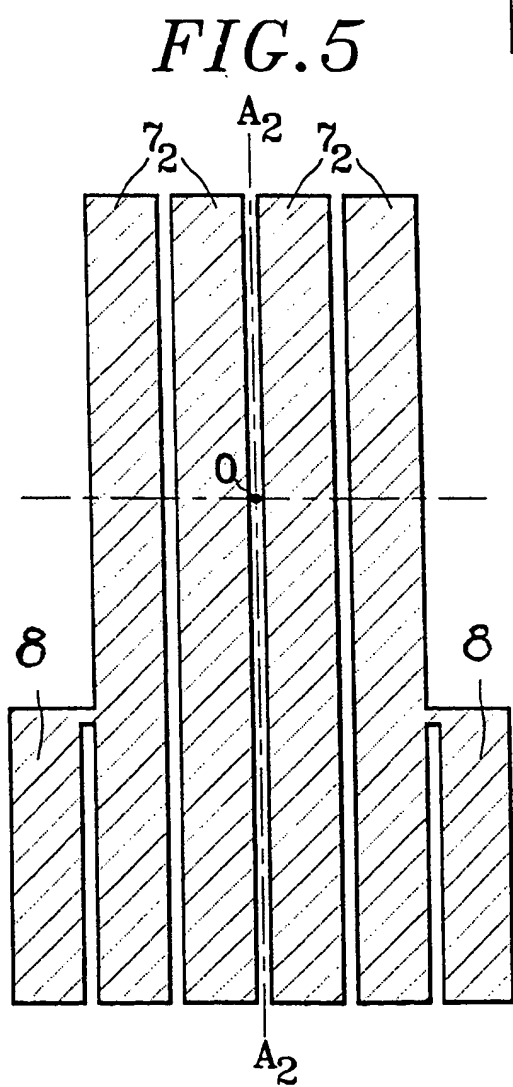
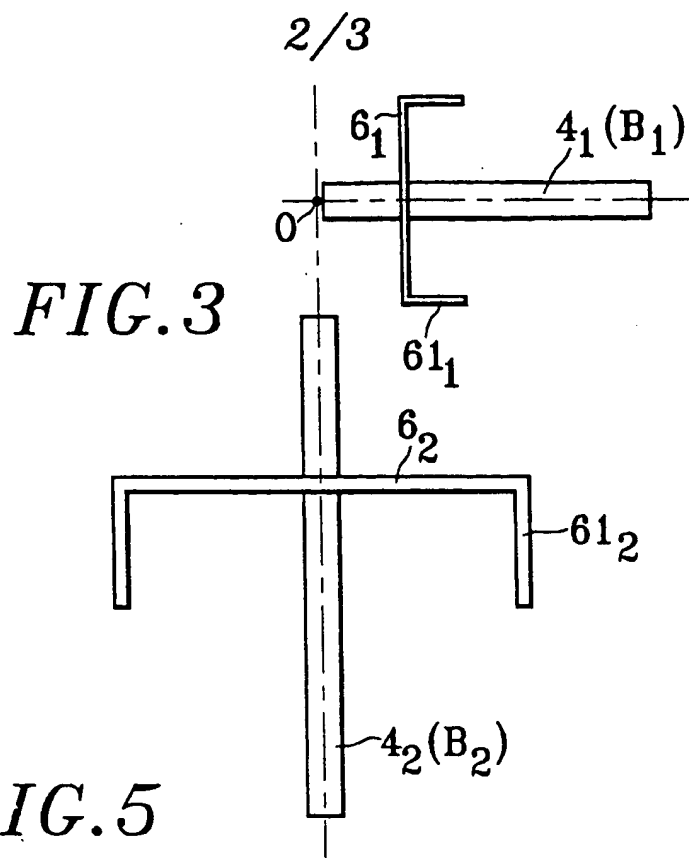
1/3

*FIG. 2*



*FIG. 1*





3/3

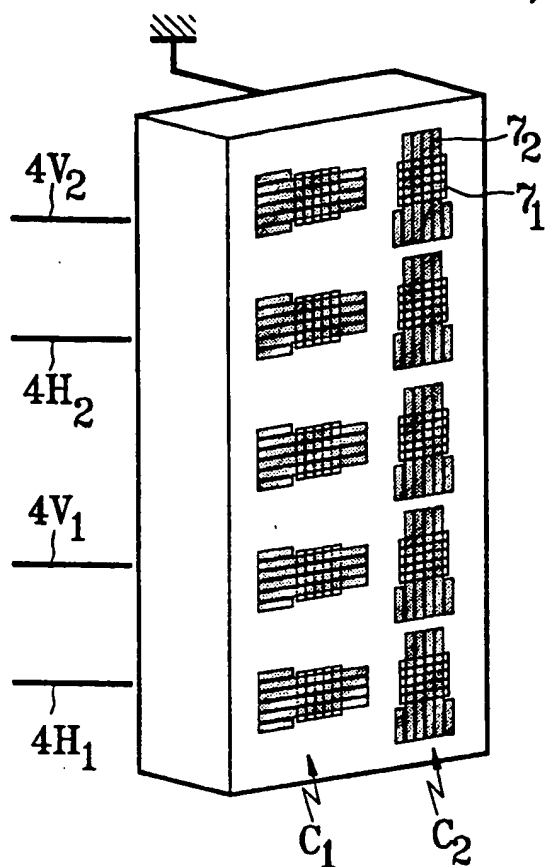
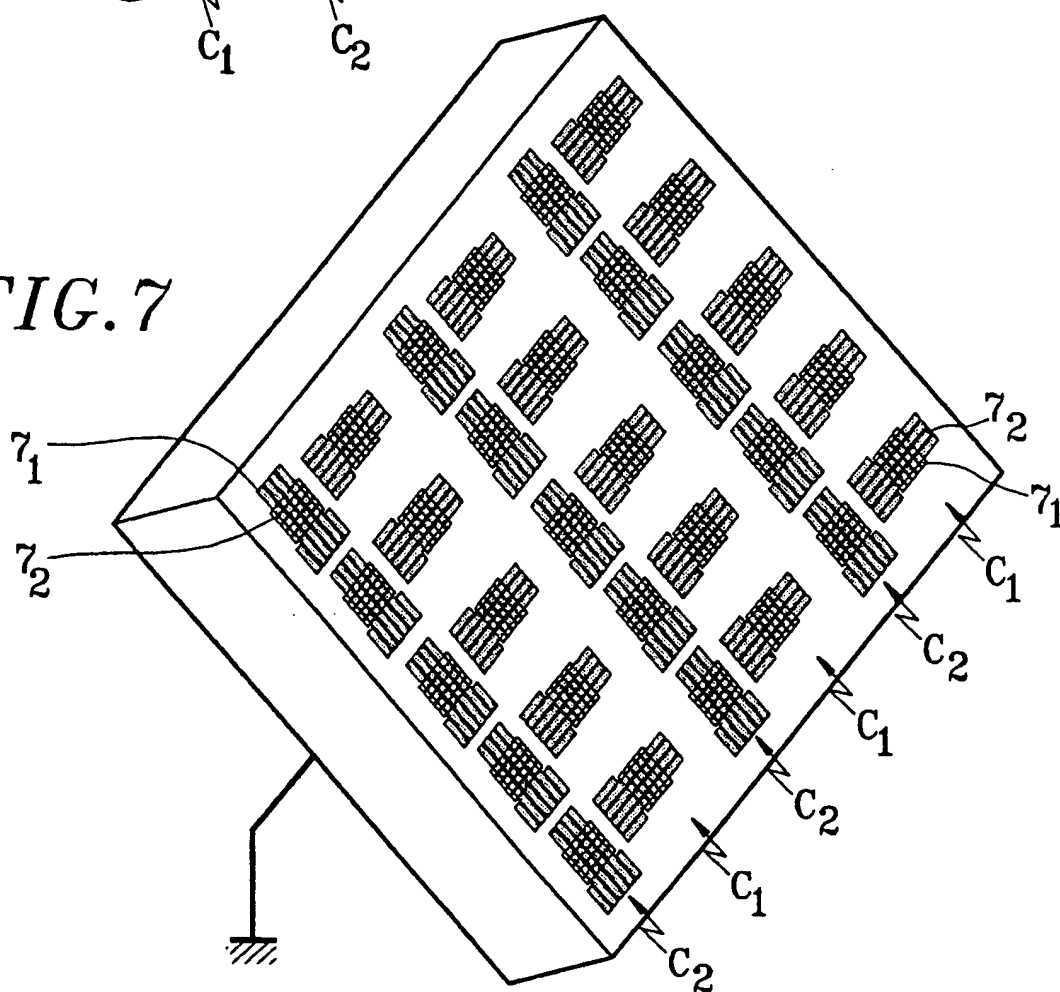


FIG. 6

FIG. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No.  
PCT/FR 00/03134

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01Q5/00 H01Q9/04 H01Q9/06 H01Q21/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BRACHAT P ET AL: "DUAL-POLARIZATION SLOT-COUPLED PRINTED ANTENNAS FED BY STRIPLINE" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 43, no. 7, 1 July 1995 (1995-07-01), pages 738-742, XP000513705 ISSN: 0018-926X cited in the application page 738-742; figures 1,2,6,9	1-7
A	EP 0 447 218 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 18 September 1991 (1991-09-18) column 4, line 14 -column 6, line 44; figures 1-4,8  ----- -/--	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2001

Date of mailing of the international search report

22/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ribbe, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/FR 00/03134

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 484 241 A (FRANCE TELECOM) 6 May 1992 (1992-05-06) cited in the application column 4, line 2 -column 5, line 50; figures 5-8 -----	1-7
A	CROQ F ET AL: "MULTIFREQUENCY OPERATION OF MICROSTRIP ANTENNAS USING APERTURE COUPLED PARALLEL RESONATORS" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 40, no. 11, 1 November 1992 (1992-11-01), pages 1367-1374, XP000360527 ISSN: 0018-926X cited in the application page 1; figures 1,2 -----	1-7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internat'l Application No

PCT/FR 00/03134

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0447218 A	18-09-1991	US 5043738 A	27-08-1991
		CA 2035975 C	17-01-1995
		DE 69119275 D	13-06-1996
		DE 69119275 T	19-12-1996
		JP 2569230 B	08-01-1997
		JP 7046033 A	14-02-1995
EP 0484241 A	06-05-1992	FR 2668655 A	30-04-1992
		DE 69108849 D	18-05-1995
		DE 69108849 T	07-12-1995



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR 00/03134

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 7 H01Q5/00 H01Q9/04 H01Q9/06 H01Q21/06		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H01Q		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	BRACHAT P ET AL: "DUAL-POLARIZATION SLOT-COUPLED PRINTED ANTENNAS FED BY STRIPLINE" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 43, no. 7, 1 juillet 1995 (1995-07-01), pages 738-742, XP000513705 ISSN: 0018-926X cité dans la demande page 738-742; figures 1,2,6,9 ---	1-7
A	EP 0 447 218 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 18 septembre 1991 (1991-09-18) colonne 4, ligne 14 -colonne 6, ligne 44; figures 1-4,8 --- -/--	1-7
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*&amp;* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
12 janvier 2001		22/01/2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Ribbe, J

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Deman ternational No

PCT/FR 00/03134

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 484 241 A (FRANCE TELECOM) 6 mai 1992 (1992-05-06) cité dans la demande colonne 4, ligne 2 -colonne 5, ligne 50; figures 5-8 ---	1-7
A	CROQ F ET AL: "MULTIFREQUENCY OPERATION OF MICROSTRIP ANTENNAS USING APERTURE COUPLED PARALLEL RESONATORS" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 40, no. 11, 1 novembre 1992 (1992-11-01), pages 1367-1374, XP000360527 ISSN: 0018-926X cité dans la demande page 1; figures 1,2 -----	1-7

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/03134

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0447218 A	18-09-1991	US 5043738 A	27-08-1991
		CA 2035975 C	17-01-1995
		DE 69119275 D	13-06-1996
		DE 69119275 T	19-12-1996
		JP 2569230 B	08-01-1997
		JP 7046033 A	14-02-1995
EP 0484241 A	06-05-1992	FR 2668655 A	30-04-1992
		DE 69108849 D	18-05-1995
		DE 69108849 T	07-12-1995

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**